

# HÁMORI JÓZSEF\*

## *Agykutatás és tudománytörténet*

Hölgyeim és Uraim!

A cím, az majdnem teljes, de azért engedjék meg, hogy kiegészítsem: tehát a magyar agykutatásról és annak a történetéről szeretnék néhány szót szólni. Elöljáróban engedjék meg, hogy megindokoljam, miért szükséges erről beszélni, miért jó erről beszélni. Talán emlékeznek rá, hogy volt egy idősebb **Bush** nevű elnök, aki elindított egy mozgalmat, nyilván a tudományos tanácsadóinak ösztökélésére, az agykutatás évtizedét, 1990-től tíz éven keresztül 2000-ig. Nagy örömmel jelzem, hogy itt van **Vizy** professzor, aki az egyik elindítója volt annak a tervnek, hogy Magyarország csatlakozzék ehhez a mozgalomhoz, amint csak lehet. Valóban, Európában mi voltunk az elsők, tehát az akkori magyar kormány, amely ehhez a mozgalomhoz csatlakozott. Megint csak fölmerül a kérdés, miért volt ez szükséges, miért volt erre lehetőség egyáltalán, hogy mi elsőként csatlakozunk? És itt akkor jelezni kell valamit a magyar agykutatással és történetével kapcsolatban. Jellemző a mai napig is, hogy míg a magyar tudomány nagyon előkelő helyen van, amikor a produkciót, tulajdonképpen a publikációban kifejezhető produkciót vesszük figyelembe, körülbelül huszadik a világon (amiben benne van a matematikától kezdve a földtudományig minden, a műszaki tudományokat is beleértve), addig ma a magyar agykutatások nemzetközi megmérettetésben a 9. helyet foglalják el. Ez óriási szám, de még inkább óriási teljesítmény. Mi van e mögött? Olyan tradíció, amelyet nemhogy letagadni vagy elfelejteni kellene, hanem újra és újra emlékeztetni kell arra, hogy mi volt az az alap, amelyre tulajdonképpen ez a produkció fölépülhetett. Erről szeretnék itt beszélni, és a visszatekintésben vissza fogunk menni egészen a 19. század első feléig, mert hiszen már akkor is volt bizonyos értelemben agykutatás. Bár talán megemlíteném, hogy az agykutatás nagyon „fiatal” tudományág, hiszen igazából csak a 16–17. században kezdték azt sejteni, hogy mit is tud az agy. Azelőtt, hogy visszamenjünk a görögökhöz, példának okáért, **Arisztotelész**nek még egészen furcsa elképzelései voltak az agyról, pedig igen nagy természetfilozófus volt. Ő az agykamrákat képzelte el, mint ahol a dolgok történnek, illetve még azt is jelezte, hogy szerinte a jószág a szívhez kötődik. Hát a jószívűség az még ma is fogalom a magyar nyelvben is. Tehát volt egy nagyon hosszú korszak, amikor az aggyal nem tudtak mit kezdeni. A 16. századtól kezdve azonban mindinkább nyilvánvalóvá lett, hogy az agy, az valami nagyon fontos dolog, és igazából a 19. század közepétől, még inkább a **Broca**-féle felfedezéstől kezdve tudjuk igazából, hogy az agy olyan szerve az embernek, amely unikálissá teszi az embert mint személyiséget, mint fajt a Földön. Mi

\* Magyar Tudományos Akadémia, 1051 Budapest, Roosevelttér 9.



volt a hozzájárulása a magyar kutatóknak ehhez? Amikor magyar kutatókról beszélek, a végén ki szeretnék térni arra, amit már Vízny professzor is említett, és azt hiszem a többi előadó is, az iskolák szerepére. Iskolákban szerveződik az a tudás, a kutatáshoz nélkülözhetetlen kritikus tömeg (mert kritikus tömeg nélkül nincs igazán tudomány). Nagyon ritka az, ami **Descartes**-nál előfordulhatott, hogy egy ember – egymagában – bizonyos értelemben korszakalkotó hipotéziseket volt képes felállítani. Azt sem tudjuk persze pontosan, hogy kik voltak azok a levelezőtársak, akik hatottak rá. De nem volt iskolának a tagja. De ez nagyon ritka. Általában az iskola teremti meg azt a lehetőséget, hogy valaki, akiben megvan a kreativitás, azt ki is fejthesse. Jelezném, hogy azokat a képeket, amelyeket Önök látni fognak, a tudósok képeit, akik megalapozták a magyar idegtudományokat, **Karasszon Dénes** és **Vízny** professzor nagyon kiváló könyvéből, a „Híres magyar orvosok” című könyvből vettem kölcsön. Tehát az első mindjárt a **Lenhossék** család. A Lenhossék család mint család is értékteremtő volt, és mint iskolateremtő is nagyon fontos volt. A Lenhossék család legidősebb tagja **Lenhossék Mihály senior**, 1773–1840-ig élt. Mit tudott, mit tett ő? Először is az élettan és anatómia professzora volt, akkor még a kettő együtt volt, csak később vált szét. Még latinul írt tankönyveket, ami akkoriban nem is volt ritkaság, hiszen még latin volt a „deáknyelv”, a használt nyelv, főképpen az egyetemeken. Ő az izomérzéssel, ill. a mesmerizmussal foglalkozott, a kedélyállapot hatásával a gyógyulásra. A mesmerizmus nagyon érdekes áltudomány volt annak idején, amely a mágnességgel próbált gyógyítani. Csak megjegyezném, hogy az elmúlt néhány esztendőben derült az ki, hogy ennek volt igazságtartalma is, hiszen az úgynevezett transzkraniális, elektromágneses kezelések most kezdenek bejönni; a kísérletek szerint ugyanis adott elektromágneses sugárzással időlegesen ki lehet kapcsolni egyes agyközpontokat. Ez a hatás reverzibilis, vagyis a normális agyműködés kezelés után visszatér. A kedélyállapot hatása a gyógyulásra: ezen is vizsgáldott. Nyilvánvaló ma is, ezzel kapcsolatban az lenne igazán jó, ha az az orvos, aki a beteggel foglalkozik, figyelembe venné (és többségében figyelembe is veszi), hogy milyen az illetőnek a pszichés állapota. A pszichés állapot rendkívüli módon befolyásolhatja a gyógyulást. Ezt valamennyien tudjuk, csak azért jelezném itt, hogy ezt Lenhossék Mihály senior már annak idején kihangsúlyozta. Fia, **Lenhossék József**, aki 1818 és 1888 között élt, ugyancsak professzor volt az orvosegyetemen. Ő ekkor már a funkcionális élettan és anatómia professzora volt. Funkcionális élettan és anatómia. Először hangzott ez így el. Ő az agyanatómiában alkotott maradandót azzal, hogy fölfedezte az agytörzsben egy olyan részt, latinul „formatio reticularis”, vagyis hálózatos állományt, amielyről utólag aztán kiderült, hogy az életjelenségek szempontjából az egyik legfontosabb központja az agynak. Amikor alszunk, amikor fölébredünk, a formatio reticularis adhat és ad is utasításokat, vagy öntudatlansági állapot kialakulásánál ugyancsak formatio reticularis sérülés az ok. Ő volt az első, aki leírta, hogy ez a szerkezet hol helyezkedik el. Fia, **Lenhossék Mihály (a fiatalabbik)**, 1863–1937 között élt. Ő ugyancsak, természetesen, anatómus professzor volt az egyetemen, hosszú időn keresztül. Működésére az volt jellemző, hogy ő már az idegsejtek finomszerkezetével is foglalkozott. Ezenkívül, és ez talán még fontosabb, ő volt az egyik, hogy így mondjam, kortársa és sorstársa, a nagy **Ramon y Cajal**-nak, a spanyol kutatónak, aki kidolgozta a máig is érvényes neurontant. Ez arról szól egészen röviden, hogy az idegsejtek milyen kapcsolatban állnak egymással. Nyúlványaikon keresztül folytonosak-e, vagy csak érintkeznek egymással. Az ifjabb Lenhossék Mihály volt az, aki Ramon y Cajal-lal együtt bizonyítékokat szolgáltatott arra, hogy e kapcsolatok megszakítottak. Ezt a megszakított kapcsolatot azután egy angol kutató úgy nevezte el, hogy szinapszis, amely görög eredetű szó; ezen keresztül megy tovább az ingerület. Ma már tudjuk, hogy nemcsak a szinapszisokon keresztül, hanem a szinapszisok mellett is történik ilyen kommunikáció, tehát sokkal gazdagabb ennél a történet, de akkoriban ez volt a legfontosabb. Még valamit mondanék, a sok-sok idegsejt mellett, tehát a 200 milliárd idegsejt mellett ennél jóval több, majdnem tízszer annyi glia-sejt, támasztó – kiegészítő sejt is van az agyunkban. Nagyon fontosak a glia-sejtek, nemcsak azért, mert betöltik az „ürt” az idegsejtek között, hanem azért is, mert közvetve részt vesznek az idegsejtek anyagcsere folyamataiban is. Lenhossék Mihály volt az, aki ezeket a csillag alakú idegsejteket, glia-sejteket leírta, és ő nevezte el egyébként ezeket asztrocitáknak, tehát ha ezzel a fogalommal találkozunk, gondoljunk Lenhossék Mihályra. Ami



azonban még talán fontosabb volt ennél, ő iskolát is alapított. Iskolájában kezdett ennek a századnak, mármint a 20. századnak szerintem a legnagyobb magyar idegtudósa, **Szentágothai János** is. Lenhossék Mihályt emellett – mint anatómus oktató mondom –, azért is nagyon szerettük, így utólag, mert írt egy remek olvasmányos, majdnem szépirodalmi élményt adó anatómia könyvet, amelyet érdemes lenne talán újra kiadni, természetesen némileg felfrissítve. Mi egyébként annak idején, amikor elkezdtem az anatómiát oktatni, általában ezt a könyvet is használtuk, a Lenhossék-féle anatómia könyvet. – Említettem, hogy volt egy nagy vita: kontiguitás, vagy kontinuitás az idegsejtek között. Ez a vita hasonló volt tulajdonképpen ahhoz, amely aztán a niceai zsinaton dőlt el, hogy homouzion, vagy homoiuzion, tehát hogy Jézus Krisztus azonos, vagy pedig hasonló csak, isteni jellegét tekintve. Ott az egyházatyák rendkívül erélyesen, sokszor fizikális eszközöket is használva próbálták meggyőzni egymást. Itt a vitában tehát, hogy folytonosak-e az idegsejtek, vagy pedig nem, erre nem került sor, de azért élénk vita volt, és jellemző a magyar idegtudományok gazdagságára a tradíciókban is, hogy nemcsak kontiguitástanos nagy kutatónk volt, hanem volt olyan is, aki a kontinuitás mellett tette le a voksot: **Apáthi István**. Apáthi István egyike volt a legjobb szövettan kutatóknak. Azt szokták mondani, hogy nagy embereknek vannak nagy tévedései. Ez e tekintetben jellemző volt őrá is. Más szempontból azonban nagyon sok új dolgot írt le és fedezett fel. És még egyet hadd mondjak el, ami jelzi azt, hogy egy kutató nem szükségszerűen csak kutatással foglalkozik: Kolozsváron tanított, a kolozsvári egyetemen (amely akkor még magyar egyetem volt) és ő volt az utolsó kormányzója Erdélynek 1918-ban. A románok ezért dutyiba is küldték egy időre. Később kiszabadult és Szegeden folytatta néhány évig még az oktatást. A következő nagyság Schaffer Károly. **Schaffer Károly**, aki 1864 és 1939 között élt, és a budapesti orvosi karon volt a neurológia professzora, Lenhossék Mihály testi-lelki jó barátja egyébként. Ő a neuropatológiának, a kísérletes neurológiának volt világszerte elismert nagy kutatója. Néhány eredményt hadd mondjak el, amely meghatározta az idegtudományok további fejlődését is. Azon túlmenően, hogy egyes betegségeknek a kóroktanát is leírta, az úgynevezett lokális interneuronokat, tehát a különböző régiókban található helyi közbeiktatott idegsejteket ő írta le először a hippocampusban, amely a legősibb kéreg, és aztán a neokortexben, az új kéregben is. Ez azért fontos, mert az egész jelenlegi koncepciónk arra vonatkozóan, hogy hogyan működik például a kéreg, egyszerűen érthetetlen lenne a lokális interneuronok, az őáltala felfedezett lokális interneuronok nélkül. Tehát ő volt az első, aki erre felhívta a figyelmet. Megint csak iskolateremtő ember volt, kétféle iskolát is teremtett: az egyik a neurológiai iskola, amelynek olyan hírességei voltak, mint **Sántha Kálmán** professzor, akit 1950-ben azután hihetetlen körülmények között kizártak az Akadémiáról, sőt a Debreceni Egyetemről is. Nem tudom, hogy ismerik-e ennek a történetét? Sántha, jellemző módon komolyan vette, hogy neki meg kell indokolnia példának okáért azt, hogy bizonyos pszichotikus állapotok hogyan alakulnak ki. Akkoriban divat volt a Sztahanov-mozgalom Magyarországon is. A sztahanovistákat tényleg az örületbe hajtották, hogy még többet teljesítsenek és Sánthának jó néhány betege tulajdonképpen innét származott, amit el is mondott. Ezért – bár baloldali érzelmű értelmiségi volt – politikailag üldözték, és néhány év múlva Balassagyarmaton halt meg. Schaffer tanítvány volt **Miskolc** neuropatológus is, aki nagyon hosszú ideig még 1945 után, az akkor még marosvásárhelyi magyar orvosegyetemen oktatott és tanított, 6 vagy 8 éven keresztül, amíg a magyar állam fizette az oktatókat. Azután ez a „jó” korszak is megszűnt Romániában és ő visszajött és itt folytatta működését. A Schaffer Károly-i iskolához kapcsolódik az is, hogy Schaffert nemcsak a szerkezet kóros megnyilvánulásai érdekelték, hanem érdekelte a lágész morfológiája is. Persze ez egy kicsit nehéz téma még ma is, nem tudom, hogy a lágészt hogyan lehet pontosan definiálni. Amikor **Wigner Jenőt** megkérdezték egyébként, hogy mire vezethető vissza az, hogy Magyarország ennyi lágészt, ennyi zsenit produkált Amerikának (fizikusok formájában) azt mondta, hogy ő csak egyet ismert. Ki az? Hát a **Neumann Jancsi**. Általános volt, hogy Neumann-t tartották igazán lágésznek, de hogy ennek mi a morfológiája, és mi az agyi háttere, az rendkívül nehéz, szinte utopisztikus dolog volt annak idején is, azóta sem tudjuk egyébként, de csak jelezném, hogy Schaffer ilyesmivel is foglalkozott, mint például a hipnózis kutatásával is. Tehát nagyon széleskörű volt az érdeklődése. Erre vezethető vissza, hogy pszichológiai iskolát is



alapított, **Ranschburg**, az öreg Ranschburg, azután **Ferenczi**, a híres Ferenczi is nála tanult. A következő **Issekutz Béla**. Issekutz Béla óriási szervező is volt, s tulajdonképpen a farmakológiának és ezen belül a pszicho-farmakológiának, a gyógyszerkutatásnak volt óriási, nemzetközi hírnagsága. Először Szegeden, még abban a korban, amikor még **Szent-Györgyi** is ott volt, majd később Budapesten. Ő különböző nagyon fontos gyógyszereknek a kialakítója is volt, de ezenkívül arra is figyelmet fordított, ami sokszor az alapkutatóknál elvész, hogy nemcsak eredményeket kell elérni az alap kutatásban, hanem ezeket át kell vinni a gyakorlatba. Ő ebben igen nagy volt, a gyógyszergyárakkal való kapcsolata példásan gazdag volt, és a kutatások eredményeit nagyon gyorsan tudták realizálni a gyógyszerekben. Visszatérve még Lenhossék Mihályra, ő még arról is híres volt, hogy volt egy unokaöccse, akit úgy hívtak, hogy Szent-Györgyi Albert. Ez később Nobel-díjas lett, de eleinte a nagybátyjának az intézetében, az anatómián próbálkozott első, másodéves, sőt harmadéves korában is, ott volt diákkörös, ahogy ma mondanák, azonban az a téma, amelyet a nagybátyja kiadott neki, nem tetszett (a végbél beidegzése), nem volt szimpatikus Szent-Györgyinek, úgyhogy otthagyta a nagybácsi intézetét azért, hogy később majd Nobel-díjas lehessen biokémiából. Ez családi dolog. A következő nagyon nagy ember, aki igazából nem orvosi, vagy nem biológiai diplomával lett nagy, az **Békésy György**. Békésy György, aki a hallás élettanának és biofizikájának a kutatásáért kapott Nobel-díjat. Meg kell jegyeztem, hogy azokat a kutatásokat, amelyek a belsőfülnék, a Corti-szervnek a működésével kapcsolatosak, ő itthon végezte. Itthon volt egy kis laboratóriuma, a Posta Kísérleti Intézetében, és szabad keze volt arra, hogy azt csináljon, amit akar. Azon túlmenően, hogy természetesen volt neki fő témája is: a távolsági telefonkommunikációval foglalkozott. Ezenkívül akusztikus is volt. A mai, az úgynevezett hatos stúdiót, amely a rádióban még ma is a legjobb akusztikailag, azt annak idején Békési György tervei alapján alakították ki, úgyhogy ha valami jó felvételt akar a rádiózenekar, akkor oda vonulnak vissza. Nagyon érdekes, hogy általában csak a füllel kapcsolatos dolgaira szoktak hivatkozni, holott ő ennél alapvetőbb megállapításokat is tett. Nevezetesen az úgynevezett laterális inhibíció, a laterális gátlás, amely nemcsak a fülre, nemcsak erre az érzékelésre vonatkozik, hanem a többire is. Ő hívta fel először arra a figyelmet, arra hogy ez minden érzékelési rendszerben megtalálható. Egyébként élete második szakaszában ezzel a kérdéssel is foglalkozott Hawaiiiban, ahol professzor volt. Amikor megkapta 1961-ben Békési a Nobel-díjat, éppen Amerikában volt már és Bostonból ment le New Yorkba valami előadás végett. Amikor bement a helyszínre, egy szállodába, ott rengeteg embert látott és azt gondolta, hogy valami filmsztárra várnak. Kérdezte, hogy kire várnak és mondták, hogy őrá. Miért? Mert megkapta a Nobel-díjat. Igen? Egyedül? Ez volt a kérdése rögtön. (Egyedül kapta meg.) Később – ezt már a Nobel Bizottság titkára mesélte –, amikor kint volt (Békési nagy műgyűjtő is volt) és információi voltak arról, hogy van egy Rembrandt, amely talán eladó valahol Stockholm környékén, miután megkapta a Nobel-díjat, akkor egy napig eltűnt és ezt földéltette. Kérdezték másnap tőle, na meg van a Rembrandt? Nem, azt mondja, két Nobel-díj kellett volna hozzá. – A következő nagyság **Hógyes Endre**, aki még a múlt század végén élt, 1906-ban halt meg, de aki zseniális kísérletes neurológiát csinált. Fő eredményei közé tartozik az, hogy a labirintus, a másik ilyen belsőfül szerkezet, amely az egyensúllyal kapcsolatos dolgokban működik, tehát a labirintus és a szemmozgások között kapcsolat van. Ezt ő fedezte fel, elsőként. E vizsgálatok 20. századi folytatója volt – többek között – Szentágothai János. És itt most gyorsítjuk a dolgot. Szentágothai nagyon sok minden iránt érdeklődött, érdeklődött afelől, hogy a gerincvelő hogyan működik, a mozgásaink hogyan vannak koordinálva, egészen föl a kéregig, az agykéregig, hogy hogyan gondolkodunk. Tehát ő rendkívül széles érdeklődésű és sok információval rendelkező ember volt. **Ottosont**, aki a Nobel Bizottság titkára volt, megkérdeztem egyszer, hogy miért nem kaphatott Nobel-díjat Szentágothai, aki tényleg a legnagyobb volt ezek közül? Azt mondta azért, mert ő több Nobel-díjat is elvégzett életében, de nem koncentrált egyre, mint mások, akik letapadtak egynél és azt aztán hosszasan vizsgálták, és addig-addig vizsgálták, míg meg nem kapták a Nobel-díjat érte. Ő, ha valamit már megtalált, akkor azt otthagyta, ment egy másik témára. Szentágothai egyik iskolája a neuroendokrinológia volt, híres tanítványokkal, mint **Flerkó, Halász** és a többiek. A másik a neuroembriológia, tehát az agyfejlődés. Itt **Székely Györgyöt** kell említeni. A harmadik a funkcionális



neuromorfológia. Szentágothai egészen fiatalon foglalkozott a hőgyesi elvek alapján azzal, hogy a vesztibuláris rendszer, tehát a labirintus és a szemmozgások között mi a pontos kapcsolat. Felfedezte azt, hogy e rendszerben a gátló neuronoknak pontosan mi a szerepe. Le is írta, s az erre vonatkozó 1949-ben, meg 1950-ben publikált eredményeit ma is idézik. Ritka egyébként, hogy egy 50 évvel ezelőtt leírt dolgot még mindig idéznek. Ez annyit jelent, hogy rendkívül fontos, alapvető felfedezésről van benne szó. A másik nagy terület, amely nagyon érdekelte őt, ugyancsak részben a mozgáskoordinációval kapcsolatosan, a kisagy, a kisagy szerkezete. A kisagy nem is olyan kicsi, mert összes idegsejtjeinknek a fele a kisagyban található és most már tudjuk, hogy nemcsak a mozgáskoordinációval kapcsolatos működéseket végzi, hanem még kognitív, tehát tudati jelenségekbe is beleszól. Még a percepcióba is; amikor zenét hallgatunk, azt nemcsak a kérégyünk fogja érzékelni, hanem a kisagy is, és erre kidolgozza a megfelelő válaszokat. Tehát a kisagy, amelyről 1967-ben **Eccles**-szel és **Ito**-val együtt olyan könyvet adtak ki, amely nagyon fontos mérföldkő volt a kisagykutatások területén, s arról szól, hogy hogyan is működik a kisagy. Szentágothai elgondolása arról szólt, hogy milyen kisebb funkcionális egységekből áll a kisagy: a serkentés és gátlás együtt van ebben a funkcionális egységben. Ő írta le először, hogy hol vannak a gátló elemek. Pedig akkor még nem tudták igazán, hogy valóban gátlás van-e egyáltalán a kisagyban. Később **Eccles**ék bizonyították, hogy valóban így van, meg is találták ezeket a funkcionális egységeket. Tehát ő a maga anatómushi gondolkodását használva jutott el arra a következtetésre, amelyre néhány év múlva a fiziológusok is. – Másik téma, amely mindig is érdekelte, a tanulás. Tanul-e a kisagy vagy sem, vagy csak egy komputer. Kérem szépen, tanul, hiszen vannak olyan receptorok, olyan ingerületátvevő receptorok, amelyek felelősek a tanulásért. Végül Szentágothai az utolsó 10–15 évében már csak a kéreggel, a nagyagykéreggel foglalkozott, hiszen végeredményben eljutott odáig, hogy mi a gondolkodásunknak az alapja, mi a gondolkodásunknak a háttere. Ő volt az, aki először azonosította anatómiailag azokat a kis modulokat, amelyekből körülbelül 2 millió van a kéregben, és ezek a modulok felelősek azért, hogy mi tulajdonképpen észleljük azt, hogy mit látunk, halljuk azt, hogy mit hallunk és így tovább. És kidolgozunk rá megfelelő új stratégiát. Sőt a tudati jelenségekért is ezek a modulok felelősek. Ezeknek a moduloknak a szerkezetét Szentágothai írta először le. Később azután természetesen azok, akik Nobel-díjat kaptak a modulokkal kapcsolatban, **Huber** és **Wiesel**, igazolták, hogy ezek hogyan is működnek. Nagyon jellemző egyébként, hogy a másik nagy magyar származású kutató, aki a Huber-Wiesel kettős főnöke volt, **Steven Kuffler**, itthon Pityu bácsi, ő is Pityu volt, mint Szentágothai, nem kapta meg a Nobel-díjat, a két tanítványa kapta meg helyette. De az élet néha ilyen dolgokat is tud produkálni.

Azzal fejezném be ezt a rövid áttekintést, hogy a magyar idegtudományok a 19. század második felétől kezdődő gyors fejlődéssel szimultán fejlődtek a nemzetközi kutatásokkal. A kialakuló iskolák közül talán a Szentágothai iskola volt a legfontosabb e tekintetben. **Eccles**, a nagy Nobel-díjas **Eccles** arra volt a legbüszkébb, hogy több száz tanítványa volt. Szentágothainak talán nem volt több száz, de hogy száz volt, az biztos. Olyan tanítványok, akik mindazt a szellemiséget átvették (több kevesebb sikerrel), amely Szentágothaira volt jellemző. Az így kialakuló „aliskolák” országon belül is szoros kapcsolatban maradtak, hiszen kapcsolatok nélkül ez nem megy.

Összefoglalva: alapvető új felfedezések születtek a 19–20. században magyar földön. Így a formatio reticularis még a múlt században, a labirintus agytörzs – szemmozgások rendszer leírása (Hőgyes). **Bárány**ról nem szóltam, ő a következő Nobel-díjas, és utána Szentágothai. Bárány nevéhez fűződik a kérgi lokális interneuronok felfedezése, leírása, ami beépült az utód, tehát Szentágothai kérgi moduláris rendszerébe. A kisagykéreg első működési modelljének megalkotása, ez részben máig is érvényes. És aztán tanulási mechanizmusok, amiről nem beszéltem, új, máig is érvényes koncepciójának a kidolgozása. Mindezek eredményeként olyan nemzetközi szinten működő iskolák, élettani, anatómiai, biokémia, farmakológia, neurogenetikai és így tovább kialakítása, amelyek ma is jelentősen járulnak hozzá kutatásaikkal a mindinkább globálissá váló tudomány, az idegtudományok gyors fejlődéséhez.